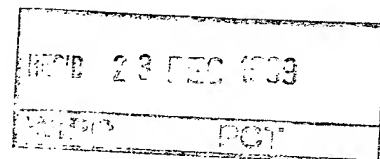


Helsinki 23.11.1999

ETUOIKEUSTODISTUS  
PRIORITY DOCUMENT



Hakija  
Applicant

Foster Wheeler Energia Oy  
Helsinki

Patenttihakemus nro  
Patent application no

982135

Tekemispäivä  
Filing date

02.10.1998

Kansainvälinen luokka  
International class

F22B

Keksinnön nimitys  
Title of invention

"Menetelmä ja laite leijupetilämmönsiirtimessä"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.

  
Pirjo Kaila  
Tutkimussihteeri

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Maksu 300,- mk  
Fee 300,- FIM

Osoite: Arkadiankatu 6 A  
P.O.Box 1160  
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

Puhelin: 09 6939 500  
Telephone: + 358 9 6939 500

Telefax: 09 6939 5204  
Telefax: + 358 9 6939 5204

## MENETELMÄ JA LAITE LEIJUPETILÄMMÖNSIIRTIMESSÄ

FÖRFARANDE OCH ANORDNING I EN MED EN FLUIDISERAD BÄDD  
FÖRSEDD VÄRMEÖVERFÖRINGSANORDNING

Esillä oleva keksintö kohdistuu jäljempänä esitettyjen itsenäisten patenttivaatimusten johdanto-osien määrittelemään  
5 menetelmään ja laitteeseen leijupetilämmönsiirtimessä.

Keksintö koskee tällöin erityisesti menetelmää ja laitetta, joilla voidaan säätää lämmönsiirtoa leijupetilämmönsiirtimessä, joka käsittää lämmönsiirtokammion, jossa on kiintoaine-  
10 toainepartikkelipeti; elimet leijutuskaasun syöttämiseksi lämmönsiirtokammioon; lämmönsiirtopintoja, jotka ovat kosketuksessa kiintoaineartikkelipedin kanssa; tuloyhteen, joka on sovitettu lämmönsiirtokammion yläosaan kiintoaineartikkelipedin yläpinnan yläpuolelle, ja ensimmäisen  
15 poistoyhteen kiintoaineartikkelien poistamiseksi lämmönsiirtokammioista. Menetelmä käsittää tällöin tyypillisesti seuraavat vaiheet

- (a) kiintoaineartikkeleita syötetään tuloyhteen kautta lämmönsiirtokammiossa olevan kiintoaineartikkelipedin yläpinnalle,  
20
- (b) lämmönsiirtokammiossa olevaa kiintoaineartikkelipetiä leijutetaan leijutuskaasulla,
- (c) lämpöä siirretään lämmönsiirtopintojen avulla pois leijutetusta kiintoaineartikkelipedistä ja
- 25 (d) kiintoaineartikkeleitä poistetaan lämmönsiirtokammioista ensimmäisen poistoyhteen kautta.

Leijupetilämmönsiirtimiä käytetään yleensä erilaisissa paineistetuissa ja ilmanpaineisissa leijupetireaktorisysteemeissä, esimerkiksi erilaisten poltto- ja lämmönsiirto-  
30 prosessien sekä kemiallisten ja metallurgisten prosessien yhteydessä. Tyypillisesti poltosta tai muista eksotermisistä prosesseista peräisin olevaa lämpöä otetaan talteen kiintoaineartikkeleista käyttämällä lämmönsiirtopintoja.  
35 Lämmönsiirtopinnat johtavat talteenotetun lämmön väliaine-

seen, kuten veteen tai höyryyn, joka kuljettaa lämmön pois reaktorista.

Lämmönsiirtopintoja voidaan järjestää reaktorisysteemin eri  
5 osiin, esimerkiksi erityisiin lämmönsiirtokammioihin, jotka  
voivat olla osa varsinaista reaktiokammiota, erillinen  
reaktiokammion yhteydessä oleva kammio tai, kiertoleiju-  
reaktoreissa, osa kiintoainepartikkelien kierrätysysteemiä.

10

Useissa leijupetireaktoreiden sovellutuksissa, esimerkiksi  
höyrykattiloissa, on tärkeätä pystyä säätämään lämmönsiir-  
toa jatkuvasti ja tarkasti laajalla säätöalueella. Syy  
säätötarpeeseen voi olla tuotetun höyryn muuttuva tarve tai  
15 poikkeavuus polttoaineen laadussa tai polttoaineen syötössä  
tai jokin muu epänormaalius systeemissä. Saattaa myös olla  
tarpeellista säätää systeemiä oikeaan toimintatilaan.  
Höyrykattiloissa lisävaatimuksia lämmönsiirron säätämiseksi  
tulee siitä syystä, että lämpöä otetaan talteen yleensä  
20 useassa vaiheessa, ts. höyrystimissä, tulistimissa, ekono-  
maisereissa ja välitulistimissa, jotka saattavat tarvita  
erillistä säätöä.

Prosessien kannalta leijupetireaktorin lämmönsiirtotehon  
25 säädön tarkoituksena on ylläpitää reaktorissa päästöjen ja  
hyötysuhteen kannalta optimaalinen toimintatila. Usein tämä  
tarkoittaa, että reaktorin lämpötilan pitäisi pysyä vakiona  
jopa sellaisissa olosuhteissa, joissa lämmönsiirtoteho ja  
polttoaineen syöttömäärät vaihtelevat

30

Lämmönsiirtokammion suunnittelussa tärkeimpiä tavoitteita  
ovat rakenteen yksinkertaisuus, jatkuva säädettävyys laa-  
jalla säätöalueella sekä pieni tilantarve.

~~35 Eräs tapa säätää leijupetilämmönsiirtimen lämmönsiirtotehoa~~  
on muuttaa lämmönsiirtokammion leijupetimateriaalin määrää  
niin, että muuttuva osa lämmönsiirtopinnoista on kiinto-

ainepartikkeleiden peitossa. Tällainen rakenne on esitetty esim. US-patentissa 4,813,479. Esitetyssä ratkaisussa tarvitaan kuitenkin ylimääräinen virtauskanava ja säätö-venttiili, mikä lisää systeemin monimutkaisuutta ja kustannuksia. Lisäksi pedin korkeutta muutettaessa osa lämmönsiirtopinnoista voi altistua huomattavalle kulumiselle.

US-patentissa 5,140,950 kuvataan ratkaisu, jossa useita lokeroita ja kanavia käyttäen jaetaan kiertoleijureaktorin kuumien kiintoainepartikkelien kiertovirta kahteen eri kammioon, joista vain toisessa on lämmönsiirtopintoja. Muuttamalla eri kammioiden läpi virtaavien kiintoaineartikkelien jakautumissuhdetta voidaan vaihdella lämmönsiirtimen lämmönsiirtotehoa. Esitetty ratkaisu on kuitenkin monimutkainen ja tilankäytön kannalta epäedullinen.

Lämmönsiirtokammiossa ylläpidetään tavallisesti kuplaleijupetiä, jonka leijutuskaasun nopeus voi pienen hiukkaskoon omaavaa petimateriaalia käytettäessä olla esim. 0.1 - 0.5 m/s. Leijupetilämmönsiirtimen lämmönsiirtotehoa voidaan jossain määrin vaihdella leijutuskaasun nopeutta muuttamalla. Tämä johtuu siitä, että leijutuskaasun suurilla nopeuksilla kiintoaineartikkelien liikkeet ovat vilkkaimpia kuin pienillä nopeuksilla, jolloin kuumat partikkelit suurilla nopeuksilla tehokkaasti leviävät koko lämmönsiirtokammion alueelle. Suurilla nopeuksilla ei lämmönvaihtopintojen läheisyyteen näin ollen pääse muodostumaan erityisiä jäähtyneitä kerroksia, jotka vähentäisivät lämmönsiirtoa, eikä tällöin myöskään lämmönsiirtimeen tulevat kuumat partikkelivirrat ohjautu suoraan lämmönsiirtokammion tuloyhteeltä poistoyhteelle sekoittumatta kammiossa olevien hiukkasten kanssa.

US-patentissa 5,425,412 on esitetty kiertoleijupetireaktoriin sovitettu järjestely, jossa lämmönsiirtokammio sisältää erilliset alueet hiukkasten kuljetusta ja lämmönsiirtoa varten. Lämmönsiirtotehoa säädetään muuttamalla eri aluei-

den leijutuskaasun nopeuden avulla partikkelien vilkkautta lämmönsiirtopintojen luona ja materiaalin sekoittumisasetta. Muuttamalla materiaalin sekoittumisasetta muutetaan vasta kammioon tulleiden kuumien partikkelien ja pedissä jo  
5 jäähtyneiden partikkelien suhdetta poistuvassa partikkeli-  
vuossa. Eri tilanteissa partikkeleita voidaan poistaa pedin pinnalla olevan ylivuotoaukon kautta ja/tai kammion ala-  
osassa olevan poistoyhteen kautta. Tällaisen lämmönsiirtokammion lämmönsiirtotehon säätöalue voi kuitenkin jäädä  
10 kapeaksi, sillä mahdollisesta jälkipalamisesta johtuvan pedin ylikuumenemisen sekä agglomeroitumisen välttämiseksi on kiintoainepartikkeli-  
peti jatkuvasti pidettävä leijutetuna, jolloin sekoittumisaste on aina melko korkea. Lisäksi erillisen kuljetusalueen johdosta tilankäyttö ei ole opti-  
15 maalista, koska huomattava osa lämmönsiirtokammioista ei ole lämmönsiirron kannalta tehokkaassa käytössä.

Esillä olevan keksinnön tavoitteena on saada aikaan parannettu menetelmä ja laite, joissa on minimoitu edellä maini-  
20 tut tunnettujen menetelmien ja laitteiden ongelmat ja haitat.

Erityisesti esillä olevan keksinnön tavoitteena on saada aikaan parannettu menetelmä ja parannettu laite, jolla on  
25 helppo säätää leijupetilämmönsiirtimen lämmönsiirtotehoa laajalla tehoalueella.

Lisäksi esillä olevan keksinnön tavoitteena on saada aikaan kestävä ja yksinkertainen, kustannuksiltaan ja tilankäytöl-  
30 tään edullinen leijupetilämmönsiirrin.

Edellä esitettyjen tarkoituksien saavuttamiseksi on keksinnön mukainen menetelmä ja laite tunnettu siitä mitä on esitetty jäljempänä esitetyissä itsenäisten patenttivaatimusten tunnusmerkkiosissa.  
35

Esillä olevan keksinnön mukaisen menetelmän ja laitteen

perustarkoituksena on voida rajoittaa leijupetilämmönsiirtimeen virtaavien kuumien kiintoainepartikkelien sekoittumista lämmönsiirtopintojen kanssa kosketuksiin joutuneista ja/tai muuten jo jäähtyneistä kiintoainepartikkeleista muodostetun kiintoainepartikkelipedin kanssa. Tarkoituksena on näin voida osittain tai jopa kokonaan estää kuumien kiintoainepartikkelien sekoittuminen tämän kiintoainepartikkelipedin kanssa.

- 10 Kuumien kiintoainepartikkelien sekoittumista kiintoainepartikkelipetiin rajoitetaan ohjauskanavalla, joka on sovitettu leijupetilämmönsiirtimeen ulottumaan kiintoainepartikkelipedin pinnan yläpuolelta kiintoainepartikkelipetiin, ja sovittamalla ensimmäinen poistoyhde mainitun ohjauskanavan
- 15 rajoittamalle alueelle. Lämmönsiirtokammioon tuloyhteen kautta syötettyjä kuumia partikkeleita voidaan tällöin ohjata ohjauskanavalla kiintoainepartikkelipedin yläpinnan määrätylle ohjauskanavan oleellisesti rajoittamalle alueelle. Kun lisäksi lämmönsiirtokammion ensimmäinen poistoyhde on muodostettu ohjauskanavan rajoittamalle alueelle
- 20 voidaan kuumia kiintoainepartikkeleita poistaa suoraan tältä alueelta, esim. ylivuotona kiintoainepartikkelipedin yläpinnalta tai pinnan alapuolelta säädettävän poistoyhteen tai -aukon kautta, ilman että poistettavat partikkelit
- 25 joutuvat kosketuksiin jäähtyneiden kiintoainepartikkelien kanssa.

- Keksinnön mukaisessa tyypillisessä ratkaisussa ohjauskanava muodostetaan lämmönsiirtokammion katto-osaan siten, että
- 30 ohjauskanava ulottuu tuloyhteestä kiintoainepartikkelipetiin, pedin pintaan tai pienen matkan pinnan alapuolelle. Joissakin tapauksissa saatetaan toivottu kiintoainepartikkelien ohjaus saada aikaan myös sellaisella ohjauskanavalla, jonka alapää ei aivan ulotu tähän pintaan saakka.
- 35 ~~Tyypillisesti ensimmäisen poistoyhteen sijainti määrää sen~~  
miten pitkälle pedin sisään, jos ollenkaan, ohjauskanavan alapään on ulotuttava. Ohjauskanava muodostetaan edullises-

ti lämmönsiirtokammion katto-osasta kiintoainepartikkeli-  
petiin ulottuvasta väliseinästä, joka lämmönsiirtokammion  
seinämän ja itsensä väliin rajaa ohjauskanavan.

- 5 Kun lämmönsiirtokammion leijutuskaasun nopeus on pieni ja  
partikkeli-  
sekoittuminen kammion ja siten myös ohjaus-  
kanavan alueella minimaalista tai jopa olematonta, voidaan  
suuri osa lämmönsiirtimeen tulevasta kuumista kiinto-  
ainepartikkeleista tai jopa kaikki poistaa ensimmäisen  
10 poistoyhteen kautta ilman että niistä on oleellisesti  
siirtynyt lämpöä petiin ja sitä kautta lämmönsiirtopin-  
toihin. Lämmönsiirtimen lämmönsiirtoteho on tällöin mini-  
maalinen.
- 15 Lämmönsiirtotehoa voidaan lisätä nostamalla leijutuskaasun  
nopeutta ja siten partikkeli-  
sekoittumista myös ohjaus-  
kanavan alueella, jolloin ainakin osa kuumista kiinto-  
ainepartikkeleista tai jopa kaikki luovuttavat lämpöä  
petiin ja sitä kautta lämmönsiirtopintoihin. Tässä tapauk-  
20 sessa poistetaan lämmönsiirtimestä jäähtyneitä kiinto-  
ainepartikkeleita ensimmäisen poistoyhteen kautta tai pedin  
alaosaan sovitettun toisen poistoyhteen kautta.

- Keksinnön mukaan voidaan siis ensimmäisen poistoyhteen  
25 kautta poistettavien kuumien kiintoainepartikkeli-  
petin ja  
pedissä olevien jäähtyneiden kiintoainepartikkeli-  
sekoit-  
tumista rajoittaa johtamalla kuumat kiintoainepartikkelit  
rajoitetulle kiintoainepartikkeli-  
pedin yläpinnan alueelle,  
josta osa kiintoainepartikkeleista voidaan poistaa lämmön-  
30 siirtimestä jäähtymättöminä. Näin pystytään estämään tai  
ainakin oleellisesti rajoittamaan lämmön siirtymistä maini-  
tusta halutusta osasta kuumia kiintoainepartikkeleita  
kiintoainepartikkeli-  
petiin ja siitä edelleen lämmönsiirto-  
pintoihin. Keksinnön mukaisella ratkaisulla voidaan siis  
35 laskea pedin lämpötilaa ja lämmönsiirtopinnoilla talteen  
otettavan lämpöenergian määrää. Siten voidaan ohjaamalla  
osa partikkeleista pääasiallisesti jäähtymättä ulos lämmön-

siirtimestä alentaa kullakin sisään tulevien kuumien partikkelien vuolla saatavaa pienintä mahdollista lämmönsiirtotehoa.

- 5 Keksinnön mukaisessa ratkaisussa voidaan lämmönsiirtokammioon sovittaa lisäksi toinen poistoyhde, esim. kammion alaosaan, jonka toisen yhteen kautta kulkeva kiintoainepartikkelivuota voidaan säätää. Tällöin voidaan, suurta lämmönsiirtotehoa tuotettaessa, ohjata koko kammioon sisääntu-
- 10 leva partikkelivuota poistumaan toisen poistoyhteen kautta, jolloin ensimmäisen poistoyhteen alueella olevat sekoittumista rajoittavat elimet eivät oleellisesti vaikuta sekoittumisasteeseen. Siten ei myöskään lämmönsiirtokammion suurin mahdollinen lämmönsiirtoteho muutu.

15

- Keksinnön mukaiselle menetelmälle on tyypillistä, että lämmönsiirtimeen tuleva partikkelivuota ohjataan kiintoainepartikkelipedin pintaan hieman pinnan alle ulottuvien elimien avulla näiden elimien rajaamalle alueelle. Tämä
- 20 rajattu alue valitaan siten, että se on yhteydessä ensimmäiseen poistoyhteeseen. Rajatun alueen poikkipinta-ala on ensimmäisen poistoyhteen tasolla yleensä oleellisesti pienempi kuin lämmönsiirtokammion partikkelipedin keskimääräinen poikkipinta-ala. Edullisesti elimien rajaama poikkipinta-
- 25 pinta-ala ensimmäisen poistoyhteen alarajan tasolla on korkeintaan 30%, edullisesti korkeintaan 10% lämmönsiirtokammion partikkelipedin keskimääräisestä poikkipinta-alasta.

- 30 Sekoittumista rajoittavat elimet sovitetaan tyypillisesti siten, että ne työntyvät vain pienen matkan kiintoainepartikkelipedin yläosaan, jotta niiden petiin muodostama kanava tai väli, johon ei tyypillisesti soviteta lämmönsiirtopintoja, ei synnytä pedissä lämmönsiirron kannalta
- 35 merkittävää hukkatilaa. Niinpä sekoittumista rajoittavat elimet ulottuvat edullisesti pedin sisälle matkan, joka on korkeintaan 30%, erityisen edullisesti korkeintaan 20%



pedin syvyydestä. Tyypillisesti rajoittavat elimet työntyvät petiin noin 10 - 50 cm, tyypillisimmin noin 20 - 30 cm.

Esillä olevan keksinnön ensimmäisen edullisen suoritusmuodon mukaan keksintöä sovelletaan kiertoleijureaktoriin tai -kattilaan, jolloin keksinnön mukainen lämmönsiirrin sovitetaan reaktorin kiintoainepartikkelikierron partikkelierottimen paluuputken, eli putken josta partikkeleita palautetaan partikkelierottimesta reaktorin tulipesään, ja tulipesän väliin. Lämmönsiirtimen tuloyhde yhdistetään paluuputkeen ja poistoyhde, esim. ylivuotoaukko, tulipesään. Edullisesti ensimmäinen osa partikkeleista ohjataan paluuputkesta oleellisesti jäähtymättä suoraan ylivuotona tulipesään. Toinen osa partikkeleista johdetaan lämmönsiirtokammion kiintoainepartikkelipetiin, jossa lämpöä siirretään partikkeleista lämpöpintoihin ennen partikkelien palauttamista tulipesään. Ylivuotona kierrosta poistettava osa, joka voi vaihdella jopa välillä 0 - 100 %, vaihtelee riippuen mm. kattilan kuormasta, polttoaineesta ja kierto-  
virran suuruudesta.

Toisen edullisen suoritusmuodon mukaan keksintöä voidaan soveltaa sellaisen kiertoleijureaktorin tai kuplapetireaktorin yhteydessä, jossa kiintoainepartikkeleita johdetaan suoraan reaktiokammioista/tulipesästä lämmönsiirtimeen. Tällöin lämmönsiirrin on edullisesti sovitettu välittömästi reaktorin reaktiokammion ulkopuolelle ja lämmönsiirtimellä ja reaktiokammioilla on edullisesti yksi yhteinen seinämä, johon on muodostettu aukkoja, jotka muodostavat tuloyhteen partikkelien syöttämiseksi lämmönsiirtokammioon, ja ylivuotoyhteen partikkelien palauttamiseksi välittömästi ylivuotona reaktiokammioon. Nämä aukot voivat olla hyvin lähellä toisiaan. Yksi ja sama aukko voi joissakin tapauksissa toimia jopa molemmin päin, eli vuoroin toimia tuloyhteenä yhteen suuntaan ja vuoroin ylivuotoaukkona toiseen suuntaan. Toisaalta voi joissakin tapauksissa yhdessä ja samassa aukossa aukon yläosa toimia tuloyhteenä ja alaosa

poistoyhteenä.

Kun leijupetilämmönsiirrin sijoitetaan suoraan esimerkiksi leijupetireaktorin reaktiokammion yhteyteen, on usein  
 5 riittävän suuren materiaalivirran saamiseksi lämmönsiirtokammioon järjestettävä tuloaukotus siten, että materiaalia kerätään laajalta alueelta. Tällöin on erityisen tärkeätä, että sisääntuleva materiaali johdetaan vain pienelle leijupedin yläpinnan alueelle eikä anneta sen levitä koko tämän  
 10 laajan pinnan alueelle, josta se väistämättä sekoittuisi leijupedissä jo olevaan materiaaliin. Rajoittamalla sisään-tuleva partikkelivuo pienelle alueelle rajoitetaan ylivuotona poistuvaksi tarkoitettun materiaalin sekoittumista tarpeettomasti muuhun leijupetimateriaaliin.

15 Lämmönsiirtimen jäähdytettyjen partikkelien toinen poistoyhde muodostetaan edullisesti lämmönsiirtokammion pohjaan, josta partikkeleita johdetaan sinänsä tunnetusti esim. tulipesään. Toisaalta voidaan esim. edellä mainituissa  
 20 edullisissa suoritusmuodoissa jäähdytettyjen partikkelien poisto järjestää tapahtuvaksi lämmönsiirtokammion ja tulipesän väliin sovitettun nousukanavan kautta. Nousukanava on alaosastaan yhteydessä lämmönsiirtokammion alaosassa olevaan poistoyhteyseen ja sillä on edullisesti yksi yhteinen  
 25 seinämä tulipesän kanssa. Partikkeleita johdetaan nousukanavasta esim. ylivuotona tulipesään.

Esillä olevan keksinnön mukainen ratkaisu toteutetaan edullisesti siten, että lämmönsiirtokammiossa on vain yksi  
 30 yhtenäinen jatkuva kiintoainepartikkeleista muodostettu leijupeti. Lämmönsiirtokammioon on leijupedin yläpuolelle sovitettu elimet, esimerkiksi väli- tai jakolevy, joka oleellisesti rajoittaa tuloyhteen kautta syötettyjen kiintoainepartikkelien levittäytymistä kiintoainepartikkelipedi-  
 35 ~~din päälle ja siten niiden sekoittumista leijutettuun~~  
 kiintoainepartikkelipetiin. Matalia leijutuskaasun nopeuksia käytettäessä sekoittuu kiintoainepartikkelipetiin

pienelle alueelle syötetyistä partikkeleista pääasiallises-  
ti vain se ensimmäinen määrä partikkeleita, joka vastaa  
lämmönsiirtokammion läpi tuloyhteestä lämmönsiirtokammion  
alaosan poistoyhteeseen virtaavaa partikkelimäärää.

5

Kun lämmönvaihtotehon tarve on pieni annetaan lämmönsiirti-  
men läpi virtaavan partikkelivuon, eli saapuvan ja poistuva  
partikkelivuon, virrata ainoastaan kiintoainepartikkeli-  
din yläpinnan rajoitetun osan läpi, jolloin poistuvan vuon  
10 ja kiintoainepartikkeli-  
pedin välinen kiintoainepartikkeli-  
vaihto on vähäistä. Pienelle alueelle muodostetusta pak-  
susta kerroksesta kuumia partikkeleita voidaan helposti  
ylivuotona poistaa partikkeleita, jotka eivät vielä ole  
ehtineet laskeutua pedin tehokkaan sekoittumisen alueelle  
15 ja jotka siten eivät vielä ole luovuttaneet lämpöä kiinto-  
ainepartikkeli-  
petiin.

Keksinnön mukaisessa ratkaisussa siis lämmönsiirtokammion  
kiintoainepartikkeli-  
petiin sekoitetaan vain lämmönsiirtoon  
20 tarvittava materiaalivirta ylimäärän palatessa pedin ylä-  
pinnalta kuumana reaktiokammioon ja siis sekoittumatta  
oleellisesti lämmönsiirtokammiossa olevaan leijupetiin.

Keksinnön mukaisessa lämmönsiirtokammiossa lämmönsiirron  
25 tehokas ja laaja-alainen säätö voidaan yksinkertaisesti  
toteuttaa säätämällä leijutuskaasun nopeutta ja tarvittaes-  
sa säätämällä lisäksi toisen poistoyhteen kautta tapahtuvaa  
kiintoainepartikkeli-  
lien poistoa. Lisäämällä toisen poistoyh-  
teen kautta tapahtuvaa partikkelivirtaa vähennetään ensim-  
30 mäisen poistoyhteen kautta virtaavien jäähtymättömien  
partikkeli-  
lien määrää ja lisätään lämmönsiirtopintojen yh-  
teyteen tulevien partikkeli-  
lien määrää. Vastaavasti vähentä-  
mällä poistoyhteen kautta tapahtuvaa partikkelivirtaa  
lisätään ylivuotoaukon kautta tapahtuvaa kuumien partikke-  
35 lien välitöntä poistumista lämmönsiirtimestä.

Keksinnön mukaisessa ratkaisussa ei ole välttämätöntä jakaa

lämmönsiirrintä väliseinillä eri leijutuksella varustettuihin erillisiin kiintoainepartikkelipeteihin.

Keksintöä selostetaan seuraavassa lähemmin oheisiin piirustuksiin viittaamalla, joissa

Kuvio 1 esittää kaaviomaisesti pystysuoraa poikkileikkausta keksinnön mukaisesta leijupetimämmönsiirtimestä,

Kuvio 2 esittää kaaviomaisesti poikkileikkausta kiertoleijupetikattilasta, johon on yhdistetty keksinnön ensimmäisen suoritusmuodon mukainen lämmönsiirrin;

Kuvio 3 esittää Kuvion 2 suurennusta ylivuotoaukon kohdalta, ja keksinnön esimerkinomaista ensimmäistä suoritusmuotoa, jossa keksinnön mukainen lämmönsiirrin on liitettynä kiertoleijukattilan erottimen paluuputkeen, ja

Kuvio 4 esittää kaaviomaisesti poikkileikkausta keksinnön toisen suoritusmuodon mukaisesta lämmönsiirtimestä.

Kuvio 1 esittää kaaviomaisesti yksinkertaista lämmönsiirrintä 10, jonka lämmönsiirtokammiossa 12 ylläpidetään kuumista kiintoainepartikkeleista koostuvaa hidasta leijupetiä 14 syöttämällä siihen leijutuskaasua ilmakammioista 16 arinan 18 läpi. Leijupetiin on sovitettu lämmönsiirtopintoja 30 lämmön talteenottamiseksi leijupedistä. Ilmakammioista arinan 18 läpi tulevan leijutuskaasun virtausta voidaan säätää venttiilillä 22, esim. lämmönsiirtopintoihin siirtyvän lämpömäärän säätämiseksi.

Lämmönsiirtokammion 12 yläosaan leijupedin 14 yläpuolelle on järjestetty tuloyhde 24, josta kuumia kiintoainepartikkeleita virtaa ohjauskanavan 26 kautta leijupedin 14 pinnalla 28.

Lämmönsiirtokammiossa 12 leijupetiin tulevasta kuumista partikkeleista otetaan talteen lämpöä, siirtämällä kuumien

kiintoainepartikkelien lämpöenergiaa lämmönsiirtopintojen 30 sisältämään väliaineeseen, tavallisesti höyryyn tai veteen. Lämmönsiirtokammion 12 yläosaan, välittömästi leijupedin 14 pinnan 28 alapuolelle on lämmönsiirtokammion 5 seinämään 32 järjestetty poistoyhde 34, josta kiintoainepartikkeleita poistetaan lämmönsiirtokammioista viereiseen tilaan 36, joka tyypillisesti on esim. tulipesä. Poistoyhde 34 on edullisesti hakijan suomalaisessa patenttihakemuksessa FI 952193 esitetty ns. "gill-seal" tyyppinen 10 kaasulukolla varustettu yhde. Kuviossa 1 ei ole esitetty "gill-seal" tyyppisen poistoyhteen mahdollisesti tarvitsemaa erillistä leijutusilman syöttöä. Poistoyhde voi olla jokin muukin yhde tai aukko, jonka avautumisaste ja jonka läpi tapahtuva virtaus on säädettävissä.

15

Usein partikkelipedissä 14 on pedin agglomeroitumisen ja paikallisen ylikuumenemisen estämiseksi jatkuvasti ylläpidettävä leijutusta. Jotta pedin yläpinnalle tuloyhteen 24 kautta tulevat kuumat kiintoainepartikkelit eivät leijutuksen vuoksi sekoittuisi nopeasti pedin 14 kanssa, on lämmönsiirtokammioon sovitettu jako- tai väliseinä 38, joka huomattavasti rajoittaa tätä sekoittumista. Väliseinä 38 muodostaa ohjauskanavan 26 yhden seinämän.

25 Väliseinäällä 38, joka on sovitettu lämmönsiirtokammion 12 yläosaan tuloyhteen 24 ja leijupedin 14 yläpinnan 28 väliin, ohjataan tuloyhteestä 24 tulevat kuumat kiintoainepartikkelit kohti väliseinän 38 ja lämmönsiirtokammion seinämän 32 rajaamaa aluetta 28' leijupedin yläpinnasta 28.

30 Väliseinä 38 ja lämmönsiirtokammion 12 seinämä 32 muodostavat leijupedin yläpuolelle ja osittain leijupetiin työntyvän ohjauskanavan 26. Väliseinä 38 ulottuu poistoyhteen alareunaa alemmaksi ja estää ohjauskanavan kohdalla lämmönsiirtokammioon saapuvan materiaalin vapaan liikkumisen

---

35 leijupedin 14 pinnan 28 alueella. Toisaalta, jotta ei muodostu merkittävää hukkatilaa, ei väliseinän 38 ja lämmönsiirtokammion 12 seinän 32 muodostama ohjauskanava 26

saa olla liian pitkä. Kuvion 1 esittämässä esimerkissä kiintoainepartikkelipedin sisässä olevan ohjauskanavan osan pituus on alle 30 % pedin syvyydestä. Väliseinä 38 ulottuu välimatkan "h" verran leijupedin sisään. Tämä välimatka on

5 tyypillisesti 10 - 50 cm.

Ohjauskanavan leijupedin pinnasta 28 rajaamaan alueen 28' poikkipinta-ala  $A_1$  on korkeintaan 30 % leijupedin keskimääräisestä poikkipinta-alasta  $A_2$ . Näin tuloyhteestä 24 leijupetiin tulevat kiintoainepartikkelit, jotka väliseinättömässä lämmönsiirtokammiossa levittäytyisivät koko leijupedin yläpinnalle, keksinnön mukaisessa ratkaisussa ahtautuvat ohjauskanavan 26 rajaamalle alueelle.

15 Kun Kuvion 1 mukaista lämmönsiirtokammiota käytettäessä halutaan pientä lämmönsiirtotehoa, on käytettävä mahdollisimman pientä leijutuskaasun nopeutta, ns. minimileijutusta, jolla kiintoainepartikkelit vielä liikkuvat toistensa suhteen. Ilman väliseinää 38 tuloyhteestä 24 saapuvat

20 kuumat kiintoainepartikkelit pääsisivät leviämään kiintoainepartikkelipedin koko pinnalle 28, jolloin ne pienestä leijutuskaasun nopeudesta huolimatta sekoittuisivat tehokkaasti kiintoainepartikkelipetiin 14. Keksinnön mukaisessa Kuvion 1 esittämässä ratkaisussa väliseinä 38 ohjaa tyloysteestä saapuvat kuumat kiintoainepartikkelit rajatulle

25 kiintoainepartikkelipedin yläpinnan osalle 28'. Pientä leijutuskaasun nopeutta käytettäessä rajatulle pedin osalle 28' pakotettujen kuumien kiintoainepartikkelien sekoittuminen pedin kanssa on hidasta tai sitä ei tapahdu käytännössä

30 ollenkaan. Koska poistoyhde 34 on ohjauskanavan 26 rajoittamalla kiintoainepartikkelipedin alueella, lämmönsiirtokammioista 12 poistetaan poistoyhteen 34 kautta pääasiallisesti juuri tuloyhteestä 26 saapuneita kuumia kiintoainepartikkeleita, jotka eivät ole sekoittuneet pedissä

35 oleviin partikkeleihin. Koska petiin ei tule oleellisia määriä kuumia partikkeleita pysyy pedin 14 lämpötila suhteellisen matalana ja lämmönsiirto pienenä.

Kun Kuvion 1 mukaista lämmönsiirtokammiota käytettäessä sitä vastoin halutaan suurta lämmönsiirtotehoa, on käytettävä suurta leijutuskaasun nopeutta. Tällöin koko kiintoaine-partikkelipeti on erittäin voimakkaassa sisäisessä  
 5 liikkeessä, jolloin myös tuloyhteestä 24 saapuvat partikkelit sekoittuvat väliseinästä 38 huolimatta nopeasti lämmönsiirtokammion kiintoainepetiin 14. Tällöin lähes koko kiintoainepeti, mukaan lukien suurin osa ohjauskanavan 26 rajoittamasta pedin osasta, on oleellisesti samassa lämpö-  
 10 tilassa ja sen lämmönsiirtoteho on maksimissaan.

Edellä olevan mukaisesti väliseinä 38 alentaa pienintä lämmönsiirtokammion 12 saatavissa olevaa lämmönsiirtotehoa, mutta ei vaikuta oleellisesti suurimpaan saatavissa  
 15 olevaan lämmönsiirtotehoon. Siten sekoittumista rajoittava väliseinä laajentaa merkittävästi lämmönsiirtokammion lämmönsiirtotehon säätöaluetta, millä on suuri merkitys monissa lämmönsiirtokammioiden sovellutuksissa.

20 Kuvio 2 esittää keksinnön mukaista lämmönsiirrintä kierto-leijupetikattilaan yhdistettynä. Kuviossa 2 on soveltuvien osien käytetty samoja viitenumeroita kuin Kuviossa 1.

Kuvio 2 esittää siten kierto-leijupetikattilaa 40, joka  
 25 käsittää tulipesän 36, hiukkaserottimen 42, kaasunpoistoputken 44 ja kiintoaine-partikkelien paluuputken 46, jossa on kaasulukko 48. Kuumista kiintoaine-partikkeleista koostuvaa nopeaa leijupetiä ylläpidetään tulipesässä 36 syöttämällä petiin leijutuskaasua ilmakammion sinänsä tunnetulla tavalla niin, että kiintoaine-partikkeleita kulkeutuu  
 30 poistokaasun mukana tulipesän yläosassa olevan aukon kautta hiukkaserottimeen 42. Hiukkaserotin erottaa poistokaasusta suurimman osan kuumista kiintoaine-partikkeleista ja erotetut kiintoaine-partikkelit palautetaan erottimen alaosaan  
 35 sovitettun paluuputken 46 kautta tulipesään 36.

Paluuputken 46 yhteyteen on sovitettu keksinnön mukainen

lämmönsiirrin 10, jonka lämmönsiirtokammiossa 12 ylläpidetään kuumista kiintoainepartikkeleista koostuvaa hidasta leijupetiä 14 syöttämällä leijutuskaasua ilmakammioista 16 arinan 18 läpi. Leijupetiin on sovitettu lämmönsiirtopinto-  
5 ja 30 lämmön talteenottamiseksi leijupedistä.

Kammion 12 yläosaan leijupedin yläpuolelle on järjestetty, vaikkakaan sitä ei ole esitetty kuviossa 1, aukko tai kanava, jota pitkin leijutusilma pääsee lämmönsiirtokam-  
10 miosta tulipesään. Lämmönsiirtokammion 12 yläosaan leijupedin 14 yläpuolelle on, kuten kuviosta 3 paremmin käy ilmi, lisäksi järjestetty tuloyhde 44, joka on yhteydessä paluuputken loppupäähän 46', josta kuumia kiintoainepartikkeleita virtaa tuloyhteen 24 kautta leijupetiin 14.

15

Lämmönsiirtokammion 12 pohjalle on järjestetty poistoyhde 50, jonka kautta kiintoainepartikkeleita voidaan poistaa lämmönsiirtokammioista ja johtaa kanavaa 52 pitkin tulipesään 36. Poistoyhteen 50 kautta poistettavan kiinto-  
20 ainepartikkelivuon suuruutta voidaan säätää muuttamalla kanavaan 52 putkien 54 kautta syötettävän leijutus- ja puhallusilman määrää venttiilillä 56. Kun poistoyhteen 50 kautta poistettavan kiintoainepartikkelivuon suuruus on pienempi kuin tuloyhteen 24 kautta lämmönsiirtokammioon  
25 saapuvan kuumien kiintoainepartikkelivuon suuruus, kiintoainepartikkelien ylimäärä poistuu lämmönsiirtokammioista 12 suoraan pedin 14 yläpinnalta ylivuotoaukon 58 kautta, joka on järjestetty lämmönsiirtokammion seinämään 60 tuloyhteen 24 alapuolelle. Seinämä 60 on tuloyhteen kohdalla yhteinen  
30 lämmönsiirtokammioille 12 ja tulipesälle 36. Lämmönsiirtokammio ja tulipesä voivat olla myös täysin erillään toisistaan siten, että niillä ei ole yhteistä seinää tai seinäosaa. Kuvion 2 tapauksessa vain ylin osa lämmönsiirtokammion seinämästä on yhteinen tulipesän kanssa. Mikäli kammiot  
35 ovat täysin erilliset voidaan niiden väliin sovittaa kanava tai putki, jota kautta lämmönsiirtokammioista poistuvat kiintoainepartikkelit ovat palautettavissa tulipesään.



Sekoittumista rajoittavalla väliseinällä 62, joka on sovitettu lämmönsiirtokammion 12 yläosaan tuloyhteen 24 ja leijupedin 14 väliin, ohjataan tuloyhteestä tulevat kuuma kiintoainepartikkelit kohti väliseinän 62 ja lämmönsiirtokammion 5 seinämän 60 rajaamaa aluetta 28' leijupedin 14 yläpinnasta 28. Väliseinä 62 ja lämmönsiirtokammion 12 seinämä 60 muodostavat leijupedin yläpuolelle ja osittain leijupetiin työntyvän ohjauskanavan 66. Väliseinä 62 ulottuu ylivuotoaukon 58 alareunaa alemmaksi ja estää ohjauskanavan kohdalla saapuvan materiaalin vapaan liikkumisen 10 leijupedin 14 pinnalla. Toisaalta, jotta ei muodostu merkittävää hukkatilaa, ei väliseinän 62 ja lämmönsiirtokammion seinämän 60 muodostama ohjauskanava 66 saa olla liian pitkä. Kuvion 1 esittämässä esimerkissä ohjauskanavan 66 15 pituus on alle 20 % pedin 12 syvyydestä. Väliseinä 62 ulottuu välimatkan "h" verran leijupedin yläpinnan alapuolelle. Tämä välimatka on tyypillisesti 10 - 50 cm.

Ohjauskanava rajaama alue  $A_1$  leijupedin pinnasta on korkeintaan 30 % leijupedin keskimääräisestä poikkipinta- 20 alasta A.

Osa kuumista kiintoainepartikkeleista pääsee valumaan suoraan kanavasta 66 ylivuotoaukon 58 kautta tulipesään 36 sekoittumatta ohjauskanavan alaosassa oleviin kiintoainepartikkeleihin, tai sekoittuen ohjauskanavan alueella 25 ainoastaan oleellisen pieneen määrään jäähtyneitä kiintoainepartikkeleita. Hallittavissa oleva osa kuumista kiintoainepartikkeleista virtaa jäähtymättä suoraan tulipesään. Jotta pedissä 14 olevien partikkelien ja ylivuotoaukosta 58 30 poistuvien kuumien partikkelien sekoittuminen olisi mahdollisimman vähäistä, on ylivuotoaukko Kuvion 2 ratkaisussa sijoitettu hyvin lähelle tuloyhdettä.

Koska poistoyhteen 50 kautta poistuvat partikkelit joutuvat 35 huomattavasti ylivuotoaukosta 58 poistuvia partikkeleita enemmän kosketuksiin lämmönsiirtopintojen 30 kanssa, lämmönsiirtimen 10 lämmönsiirtotehoa voidaan säätää muuttamal-

la poistoyhteen 50 ja ylivuotoaukon 58 kautta poistuvien kiintoainepartikkelivirtojen suhdetta. Kun pedin 14 leijutusnopeus on vakio, on lämmönsiirtoteho suurimmillaan silloin kun kaikki partikkelit poistuvat poistoyhteen 50  
 5 kautta, ja pienimmillään, kun kaikki partikkelit poistuvat ylivuotoaukon 58 kautta.

Tyypillisessä tapauksessa lämmönsiirtimen 10 pienin lämmönsiirtoteho, joka saavutetaan, kun poisto lämmönsiirtokam-  
 10 miosta tapahtuu pelkästään ylivuodon 58 kautta, olisi ilman väliseinää 62 suuruusluokkaa 60-80 % maksimitehosta. Väli-  
 seinän 62 ansiosta on pedin 14 hiukkasten vaihtuminen minimiteholla hyvin vähäistä ja tehon alaraja voi olla jopa vain 20% maksimitehosta. Tällä säätöalueen laajenemisella  
 15 on erittäin suuri merkitys monissa lämmönsiirtimen 10 säätötilanteissa.

Kuumien kiintoainepartikkelien tulovirtausta rajoittava ohjauskanava 66 ja ylivuotoaukko muodostetaan edullisesti  
 20 kohtaan, josta kiintoainepartikkelit ovat yksinkertaisesti palautettavissa tulipesään. Kuvion 2 tapauksessa, jossa poikkileikkaus on otettu ylivuotoaukon kohdalla, ylivuoto-  
 aukko on ajateltu sovitettavaksi lämmönsiirtimen seinämän 60 keskivaiheille. Haluttaessa ohjauskanava ja ylivuotoauk-  
 25 ko voidaan järjestää lämmönsiirtimen jompaankumpaan sivuun tai johonkin muuhun sopivaan paikkaan tai ylivuotoaukkoja voi olla useampi välimatkan päässä toisistaan.

Kuvion 4 esittämässä suoritusmuodossa on soveltuvien osin  
 30 käytetty samoja viitenumeroita kuin Kuvioissa 1, 2 ja 3.

Kuviossa 4 on esitetty lämmönsiirtimen 10 lämmönsiirtokammio 12, joka on sovitettu leijupetireaktorin, kierto-  
 petireaktorin tai kuplivan leijupetireaktorin, tulipesän 36  
 35 seinämän 60 ulkopuolelle. Kiintoainepartikkelipetiä 14 leijutetaan ilmakaapista 70 arinan 72 läpi puhallettavalla leijutuskaasulla ja pedistä otetaan talteen lämpöenergiaa

lämmönvaihtopinnoilla 30.

Kiintoainepartikkelivuo johdetaan tuloyhteen 74 kautta kiintoainepartikkelipedin 14 yläpinnalle 28. Väliseinällä 5 76 aikaansaadulla ohjauskanavalla 78 johdetaan tuloyhteestä 74 tulevia kuumia kiintoainepartikkeleita kohti leijupetiä, sen yläpinnalle, rajatulle alueelle 28'. Kuumia kiintoainepartikkeleita poistuu väliseinällä rajatulle alueelle sovitettun ylivuotoaukon 80 kautta leijupedin yläpinnan 10 ollessa ylivuotoaukon alareunan tasolla tai korkeammalla.

Lämmönsiirtimen 10 varsinaisen lämmönsiirtokammion 12 ja tulipesän 36 väliin on muodostettu pystysuora nousukanava 82. Varsinainen lämmönsiirtokammio 12 ja nousukanava 82 15 ovat yhteydessä toisiinsa niiden alaosissa olevan poistoaukon 84 kautta. Nousukanavan yläosaan on nousukanavan ja tulipesän väliseen yhteiseen seinämään 86 muodostettu toinen ylivuotoaukko 88 kiintoainepartikkelien poistamiseksi nousukanavasta ylivuotona tulipesään.

20

Nousukanavan 82 toisen ylivuotoaukon 88 kautta poistuvan kiintoainepartikkeli vuon "V" ja lämmönsiirtokammion yläosaan sovitettuun ylivuotoaukon 80 kautta poistuvan vuon "v" suuruuksien suhdetta voidaan säätää kanavan 82 kautta 25 poistuvan vuon suuruutta eli leijutusta säätävällä venttiilillä 90. Sekoittumista estävän väliseinämän 76 johdosta ylivuotoaukon 80 kautta poistuva vuo ei oleellisesti sekoitu leijupedissä 14 olevien partikkelien kanssa. Ylivuotoaukon 80 kautta virtaava kiintoainepartikkelivuo koostuu 30 juuri tuloyhteestä 14 saapuneista kuumista kiintoainepartikkeleista.

Keksintöä on edellä kuvattu tällä hetkellä edullisimpina pidettyjen suoritusmuotojen yhteydessä, mutta on ymmärrettävä, että keksintö ei rajoitu vain näihin suoritusmuotoihin, vaan se kattaa myös lukuisia muita sovellutuksia jäljempänä esitettyjen patenttivaatimusten määrittelymään

suojapiirin puitteissa.

Siten tulisi ymmärtää, että lämmönsiirrin voi olla sovitettu myös muulla tavalla reaktiokammion yhteyteen, esimerkiksi reaktiokammion sisälle. Tällöin hiukkasten tuloyhde voidaan sovittaa toimimaan reaktiokammion sisäisen materiaali-  
5 aalikierron yhteydessä.

Myös hiukkasten tulo- ja poistoyhteiden lukumäärä, sijoittelu ja rakenne voivat poiketa tässä esitetyistä ja myös  
10 hiukkasten sekoittumista rajoittavan elimen rakenne ja muoto voivat poiketa tässä esitetyistä ratkaisuista.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä leijupetilämmönsiirtimessä, joka käsittää
- lämmönsiirtokammion, jossa on kiintoainepartikkelipeti;
  - 5 - elimet leijutuskaasun syöttämiseksi lämmönsiirtokammioon;
  - lämmönsiirtopintoja, jotka ovat kosketuksessa kiintoainepartikkelipedin kanssa;
  - tuloyhteen, joka on sovitettu lämmönsiirtokammion yläosaan kiintoainepartikkelipedin yläpinnan yläpuolelle, ja
  - 10 - ensimmäisen poistoyhteen,
- joka menetelmä käsittää seuraavat vaiheet
- (a) kiintoainepartikkeleita syötetään tuloyhteen kautta lämmönsiirtokammiossa olevan kiintoainepartikkelipedin yläpinnalle,
  - 15 (b) lämmönsiirtokammiossa olevaa kiintoainepartikkelipetiä leijutetaan leijutuskaasulla,
  - (c) lämpöä siirretään lämmönsiirtopintojen avulla pois leijutetusta kiintoainepartikkelipedistä ja
  - (d) kiintoainepartikkeleita poistetaan lämmönsiirtokammioista ensimmäisen poistoyhteen kautta,
  - 20
- tunnettu siitä, että**
- leijupetilämmönsiirtimessä, joka lisäksi käsittää ohjauskanavan, joka ulottuu kiintoainepartikkelipedin pinnan yläpuolelta ainakin kiintoainepartikkelipedin pintaan, ja
- 25 jossa ensimmäinen poistoyhte on muodostettu mainitun ohjauskanavan alueelle,
- menetelmä lisäksi käsittää seuraavan vaiheen
- (e) tuloyhteen kautta vaiheessa (a) lämmönsiirtokammioon syötettyjä kiintoainepartikkeleita ohjataan
  - 30 mainitun ohjauskanavan avulla kiintoainepartikkelipedin yläpinnalle ohjauskanavan rajoittamalle alueelle,
- ja että vaihe (d) käsittää
- kiintoainepartikkelien poistamisen kiintoainepartikkelipedistä ohjauskanavan rajoittamalta alueelta,
  - 35
- jolloin lämmönsiirtokammioista pystytään ensimmäisen poisto-

yhteen kautta poistamaan ohjauskanavan rajoittamalta alueelta kiintoainepartikkeleita, joista ei ole oleellisesti siirtynyt pois lämpöä lämmönsiirtopintoihin.

5 2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu  
siitä, että vaiheessa (e) ohjataan tuloyhteen kautta läm-  
mönsiirtokammioon tuleva kiintoaineartikkelivuo ohjaus-  
kanavalla kiintoaineartikkelipedin yläpinnan alueelle,  
jonka poikkipinta-ala on korkeintaan 30 %, edullisesti  
10 korkeintaan 10 %, kiintoaineartikkelipedin keskimääräises-  
tä poikkipinta-alasta.

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu  
siitä, että  
15 - vaiheessa (e) ohjataan tuloyhteen kautta lämmönsiirtokam-  
mioon tuleva kiintoaineartikkelivuo ohjauskanavalla kiin-  
toaineartikkelipedin yläpinnan sellaiselle alueelle, joka  
rajoittuu väliseinän ja lämmönsiirtokammion seinämän muo-  
dostamaan ohjauskanavaan, ja että  
20 - väliseinällä rajoitetaan kiintoaineartikkelien vaa-  
kasuoraa liikettä ohjauskanavan ja muun kiintoaineartikke-  
lipedin välillä.

4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä, tunnettu  
25 siitä, että vaiheessa (d) poistetaan kiintoaineartikke-  
leita lämmönsiirtokammioista kiintoaineartikkelipedin  
pinnalta ylivuotona.

5. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä, tunnettu  
30 siitä, että vaiheessa (d) poistetaan kiintoaineartikke-  
leita lämmönsiirtokammioista kiintoaineartikkelipedin  
pinnan alapuolelta säädettävän ensimmäisen poistoyhteen  
kautta.

35 6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu  
siitä, että leijupetilämmönsiirtimestä lisäksi poistetaan  
kiintoaineartikkeleita lämmönsiirtokammion alaosassa

olevan toisen poistoyhteen kautta.

7. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu siitä, että** lämmönsiirtoa säädetään leijupetilämmönsiirtimessä säätämällä toisen poistoyhteen kautta kulkevien kiintoainepartikkelien määrää.

8. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä leijupetilämmönsiirtimessä, jonka tuloyhde on yhdistetty kiertoleijupetireaktorin partikkelierottimen paluuputkeen ja poistoyhde kiertoleijupetireaktorin tulipesään, **tunnettu siitä, että** paluuputkesta lämmönsiirtokammioon tulevia kiintoainepartikkeleita palautetaan ohjauskanavan rajoittamalta alueelta suoraan kiertoleijupetireaktorin tulipesään.

15

9. Laite leijupetilämmönsiirtimessä, joka leijupetilämmönsiirrin käsittää

- lämmönsiirtokammion, jossa on kiintoainepartikkelipeti;
- elimet leijutuskaasun syöttämiseksi lämmönsiirtokammioon
- 20 siinä olevan kiintoainepartikkelipedin leijuttamiseksi;
- lämmönsiirtopintoja, jotka ovat kosketuksessa kiintoainepartikkelipedin kanssa;

- tuloyhteen, joka on sovitettu lämmönsiirtokammion yläosaan kiintoainepartikkelipedin yläpinnan yläpuolelle,

25 kiintoainepartikkelien syöttämiseksi lämmönsiirtokammioon ja

- ensimmäisen poistoyhteen, kiintoainepartikkelien poistamiseksi lämmönsiirtokammioista ja

**tunnettu siitä, että**

30 - lämmönsiirtokammio lisäksi käsittää ohjauskanavan, joka ulottuu kiintoainepartikkelipedin pinnan yläpuolelta ainakin kiintoainepartikkelipedin pintaan, tuloyhteen kautta lämmönsiirtokammioon syötettävien kiintoainepartikkelien ohjaamiseksi kohti ohjauskanavan rajoittamaa aluetta kiintoainepartikkelipedin yläpinnasta,

35 ja että

- ensimmäinen poistoyhde on muodostettu ohjauskanavan

alueelle, kiintoainepartikkelien poistamiseksi kiintoainepartikkelipedistä mainitun ohjauskanavan rajoittamalta alueelta.

- 5 10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen laite, **tunnettu siitä, että** ohjauskanavan rajoittama alue kiintoainepartikkelipedin yläpinnasta on korkeintaan 30 %, edullisesti korkeintaan 10 %, kiintoainepartikkelipedin keskimääräisestä poikkipinta-alasta.
- 10 11. Patenttivaatimuksen 9 mukainen laite, **tunnettu siitä, että** ohjauskanavan rajoittama alue kiintoainepartikkelipedin yläpinnasta rajoittuu lämmönsiirtokammion ensimmäiseen seinämään.
- 15 12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen laite, **tunnettu siitä, että** ensimmäinen poistoyhde käsittää kiintoainepartikkelipedin pinnan tasolle sovitetun ylivuotoaukon.
- 20 13. Patenttivaatimuksen 11 mukainen laite, **tunnettu siitä, että** ensimmäinen poistoyhde käsittää kiintoainepartikkelipedin pinnan alapuolelle sovitetun säädettävän poistoaukon.
- 25 14. Patenttivaatimuksen 9 mukainen laite, **tunnettu siitä, että** toinen poistoyhde on sovitettu lämmönsiirtokammioon.
15. Patenttivaatimuksen 14 mukainen laite, **tunnettu siitä, että** toinen poistoyhde on sovitettu lämmönsiirtokammion pohjaan.
- 30 16. Patenttivaatimuksen 14 mukainen laite, **tunnettu siitä, että**
- toinen poistoyhde on muodostettu lämmönsiirtokammion ja lämmönsiirtokammion viereen muodostetun nousukanavan väliin
- 
- 35 ja että
- nousukanavan yläosaan on sovitettu ylivuotoaukko kiintoainepartikkelien poistamiseksi nousukanavasta.



17. Patenttivaatimuksen 9 mukainen laite, **tunnettu siitä, että** leijupetilämmönsiirtimen tuloyhde on yhdistetty kiertoleijupetireaktorin partikkelierottimen paluuputkeen ja ensimmäinen poistoyhde kiertoleijupetireaktorin tulipesään.

5

18. Patenttivaatimuksen 9 mukainen laite, **tunnettu siitä, että** leijupetilämmönsiirtimen tuloyhde ja/tai poistoyhde on yhdistetty suoraan leijupetireaktorin tulipesään.

10 19. Patenttivaatimuksen 9 mukainen laite, **tunnettu siitä, että** ohjauskanava rajoittuu lämmönsiirtokammion seinämään ja lämmönsiirtokammioon sovitettuun väliseinään, joka ulottuu kiintoainepartikkelipedin pinnan yläpuolelta ainakin kiintoainepartikkelipedin pintaan.

15

20. Patenttivaatimuksen 19 mukainen laite, **tunnettu siitä, että** väliseinä työntyy kiintoainepartikkelipedin pinnasta noin 10 - 50 cm, edullisesti noin 20 - 30 cm, pinnan alapuolelle.

20

21. Patenttivaatimuksen 19 mukainen laite, **tunnettu siitä, että** väliseinä työntyy kiintoainepartikkelipetiin korkeintaan 20 % pedin syvyydestä.

25 22. Patenttivaatimuksen 9 mukainen laite, **tunnettu siitä, että** toinen poistoyhde on sovitettu välimatkan päähän ohjauskanavan pystysuorasta projektioista lämmönsiirtokammion pohjaan.

30 23. Patenttivaatimuksen 9 mukainen laite, **tunnettu siitä, että** lämmönsiirtokammio on varustettu yhtenäisellä kiintoainepartikkelipedillä, jolla on yhtenäinen leijutus.

---

Tiivistelmä

Menetelmä ja laite leijupetilämmönsiirtimesä (10), jossa on lämmönsiirtokammio (12), leijutettu kiintoainepartikkelipeti (14), lämmönsiirtopintoja (30), kiintoainepartikkelipedin yläpuolelle sovitettu tuloyhde (24) ja poistoyhde (34). Partikkeleita syötetään tuloyhteen kautta kiintoainepartikkelipedin yläpinnalle (28) ohjauskanavan (26) avulla. Ohjauskanava ulottuu kiintoainepartikkelipedin pinnan yläpuolelta sen pintaan tai pinnan alapuolelle ja ohjaa kiintoainepartikkelit rajatulle pinnan alueelle (28'). Poistoyhde (34) on myös muodostettu ohjauskanavan alueelle poistamaan partikkeleita ohjauskanavan rajoittamalta alueelta. Lämmönsiirtokammioista voidaan näin poistaa jäähtymättömiä partikkeleita.

FIG. 1

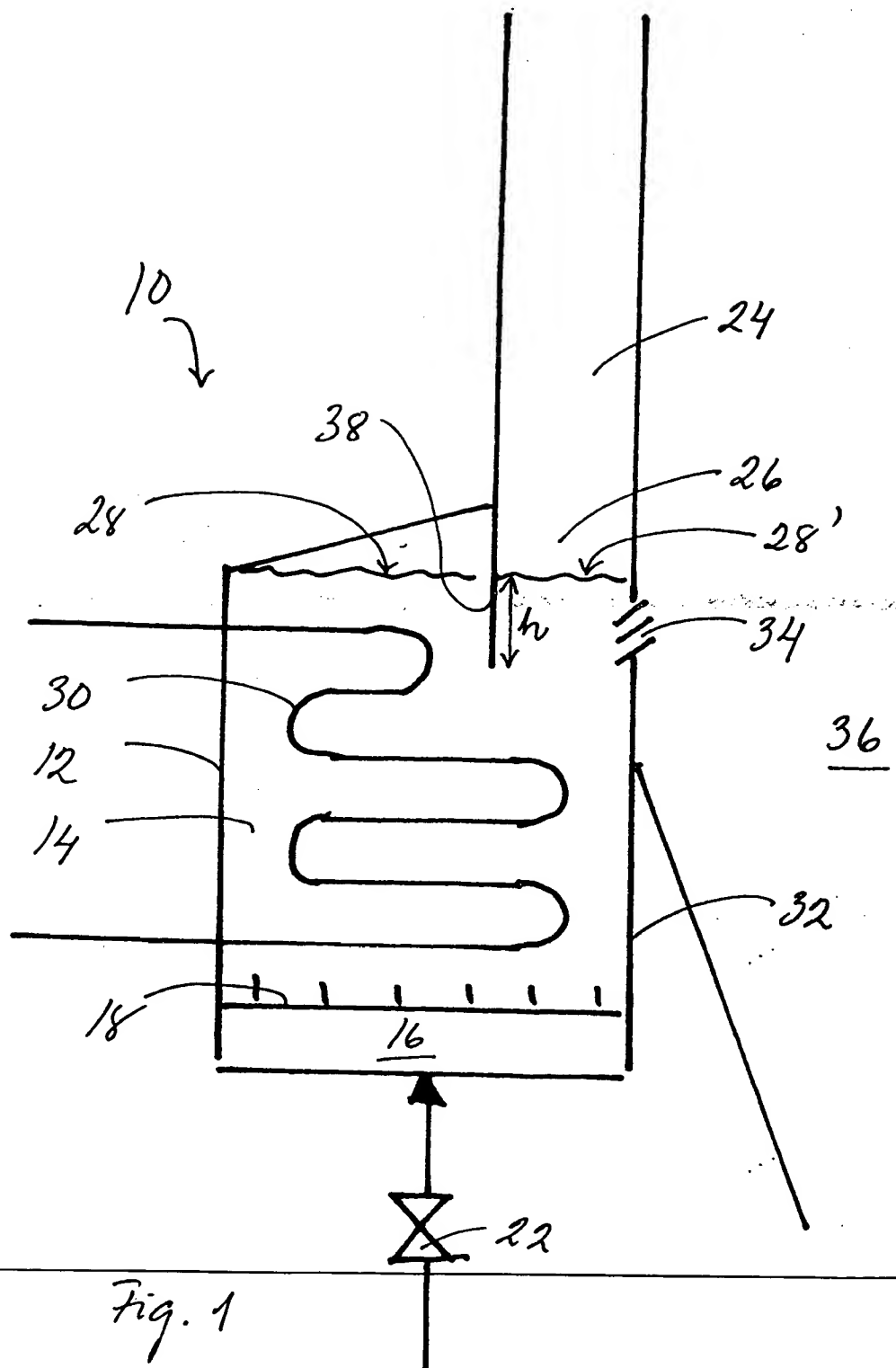


Fig. 1

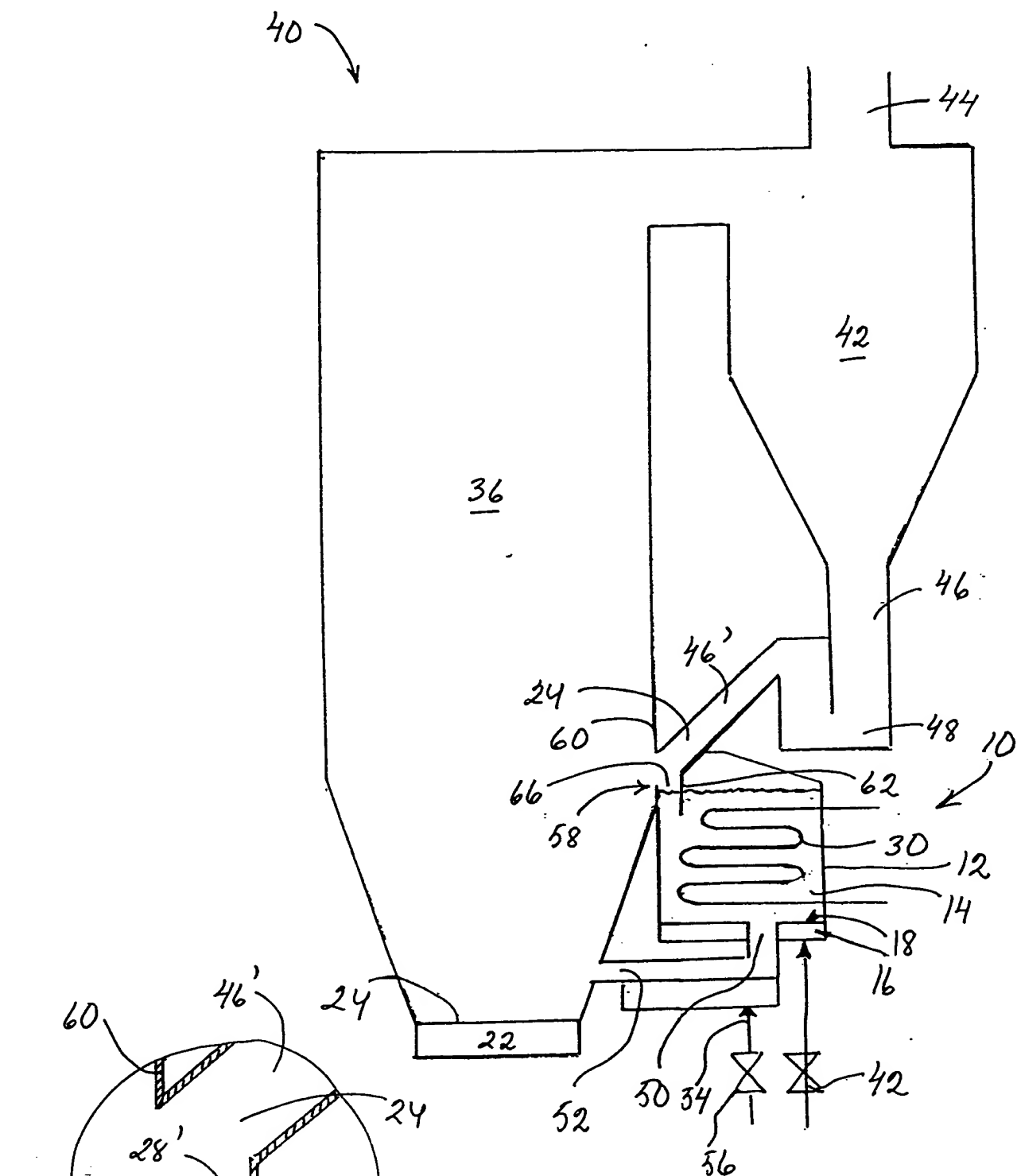


Fig. 2

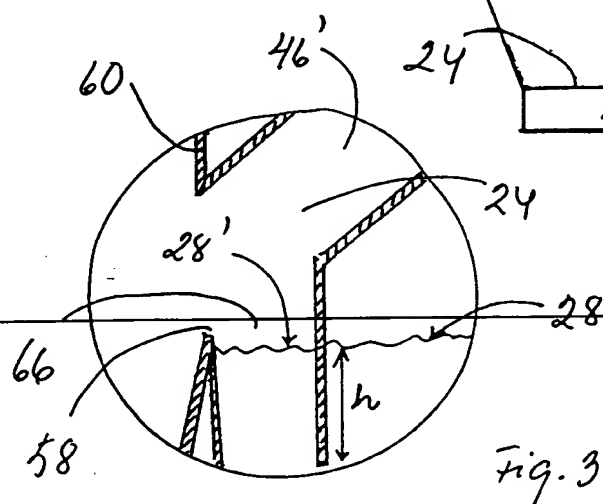


Fig. 3

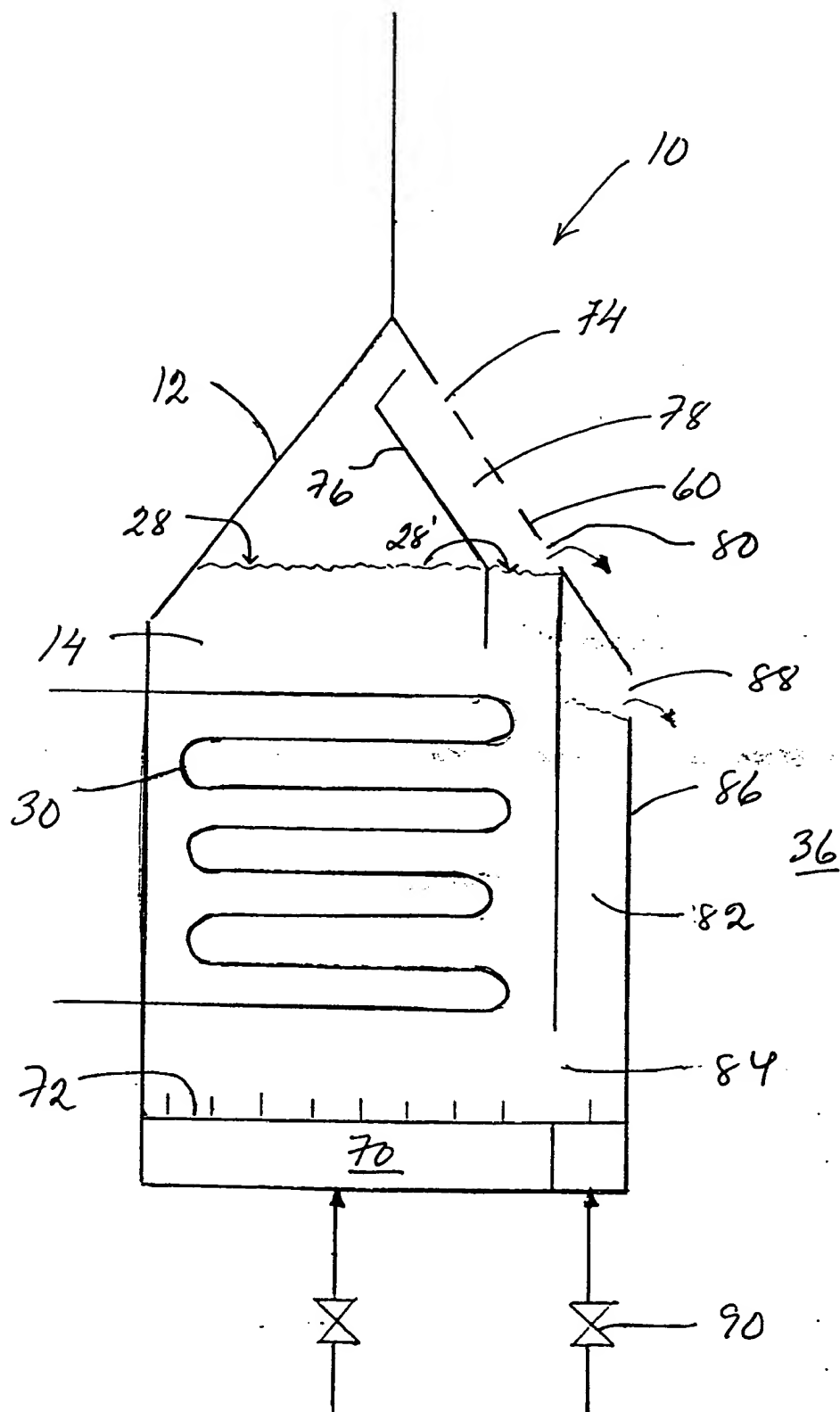


Fig. 4

